



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

ECONOMÍA CIRCULAR: CONTEXTO ACTUAL, POLÍTICAS DE CAMBIO Y SOSTENIBILIDAD.

Autor

Miguel Ángel Marín Yubero

Director

Marcos Sanso Frago

Facultad de Economía y Empresa

2021

Autor del trabajo: Miguel Ángel Marín Yubero

Director del trabajo: Marcos Sanso Frago

Título del trabajo: Economía Circular: contexto actual, políticas de cambio y sostenibilidad.

Titulación a la que está vinculado: Grado de Economía.

ECONOMÍA CIRCULAR: CONTEXTO ACTUAL, POLÍTICAS DE CAMBIO Y SOSTENIBILIDAD.

RESUMEN

El presente trabajo muestra una visión descriptiva y práctica de la Economía Circular, donde se resumen políticas para la sostenibilidad y el desarrollo económico, así como las distintas corrientes de pensamiento que persiguen alcanzar el éxito en el nuevo paradigma económico. La macroeconomía es una herramienta fundamental para el estudio de la transición hacia un sistema más amigable con el medioambiente y los distintos proyectos existentes se apoyan en ésta, así como en la evidencia empírica. La innovación es otra herramienta atractiva para el objetivo, resultando muy interesante no sólo para la sostenibilidad del crecimiento, sino para que el crecimiento sea mayor que el existente con el uso de tecnologías no renovables, según se plantea en el modelo incluido.

CIRCULAR ECONOMY: CURRENT CONTEXT, POLICIES OF CHANGE AND SUSTAINABILITY.

ABSTRACT

This work shows a descriptive and practical vision of Circular Economy, which summarizes the policies for sustainability and economic development, as well as the different currents of thought that try to get success in the new economic paradigm. Macroeconomics is a fundamental tool for the study of transitions to a more environmentally friendly system, and the various existing projects rely on it as well as empirical evidence. Innovation is another attractive tool for the objective, and being interesting, not only for the sustainability of growth, but also for growth to be greater than that achievable with the use of non-renewable technologies.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. ECONOMÍA CIRCULAR: INTRODUCCIÓN.	1
1.1. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.	2
1.2. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES.	3
CAPÍTULO 2. LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.	4
2.1. LA FUNDACIÓN ELLEN MACARTHUR.	5
2.2. LA FUNDACIÓN PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR.	6
CAPÍTULO 3. ESCUELAS DE PENSAMIENTO.	8
3.1. PERFORMANCE ECONOMY: ECONOMÍA DEL RENDIMIENTO.	8
3.2. REGENERATIVE DESIGN: DISEÑO REGENERATIVO.	9
3.3. CRADLE TO CRADLE: DE LA CUNA A LA CUNA.	10
3.4. ECOLOGÍA INDUSTRIAL.	11
3.5. BIOMICRY: BIOMÍMESIS, INNOVACIÓN DE LA CIENCIA INSPIRADA EN LA NATURALEZA.	11
3.6. LA ECONOMÍA AZUL.	12
3.7. EL CAPITALISMO NATURAL.	13
CAPÍTULO 4. ECONOMÍA CIRCULAR EN EUROPA Y ESPAÑA.	14
4.1. LA ECONOMÍA CIRCULAR Y LA UNIÓN EUROPEA.	14
4.2. ECONOMÍA CIRCULAR DE LA “MARCA ESPAÑA”.	17
CAPÍTULO 5. DE LA REALIDAD DEL DESASTRE AMBIENTAL A LOS MODELOS MACROECONÓMICOS: “MACROECONOMÍA VERDE”.	20
5.1. LA REPRESENTACIÓN DEL EFECTO NEGATIVO DEL CRECIMIENTO EN LOS ECOSISTEMAS.	20
5.2. LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SECTORES “ECO-FRIENDLY” PARA SOLVENTAR EL PROBLEMA DEL DESASTRE MEDIOAMBIENTAL.	21
5.3. INTERVENCIÓN PÚBLICA PARA EVITAR EL DESASTRE. POLÍTICAS DE SOSTENIBILIDAD.	23
5.3.1. FISCALIDAD VERDE. IMPOSICIÓN A LA PRODUCCIÓN CONTAMINANTE.	24
5.3.2. INNOVACIÓN E INVERSIÓN EN I+D+i EN EQUILIBRIO.	25
5.3.3. ÚLTIMAS APRECIACIONES Y EL COSTE EN EL CRECIMIENTO DE GRAVAR A LA INDUSTRIA CONTAMINANTE.	28
CAPÍTULO 6. FONDOS DE INVERSIÓN SOSTENIBLES. GANANCIAS A PARTIR DE INVERSIÓN EN PROYECTOS RELACIONADOS CON LA ECONOMÍA CIRCULAR.	29
6.1. CARACTERÍSTICAS DEL FONDO DE INVERSIÓN.	30
6.2. CASO PRÁCTICO. ¿QUÉ OCURRIRÍA SI SE HUBIERAN INVERTIDO 100€?	30
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.	31
BIBLIOGRAFÍA.	32

CAPÍTULO 1. ECONOMÍA CIRCULAR: INTRODUCCIÓN.

La evolución de la economía global en los dos últimos siglos se ha basado en la idea de un modelo lineal de producción y consumo.

Este diseño no es otra cosa que una cadena de valor, donde la producción de bienes y servicios se orienta hacia el consumo: uso de materias primas, venta de productos, consumo y residuo. Tras este proceso, se volvería a reproducir la cadena, elevando la cantidad de residuos acumulados y generando verdaderos problemas de sostenibilidad, propiciados por el uso masivo de fuentes de energía y materias primas de un sólo uso (fósiles).

Ante este paradigma, se debe encontrar una solución que conlleve a una producción más amigable con el entorno del ser humano, ya que la relación entre la naturaleza y éste último es necesaria para la supervivencia de la vida humana.

Esta solución no puede pasar por la eficiencia porque la reducción del uso de los recursos naturales sólo retrasaría el problema de la ausencia de estos, por tanto, nos encontramos ante una nueva revolución industrial que se debe relacionar con que se conoce como: la Economía Circular.

No fue hasta los años 70 del siglo pasado cuando empezó a surgir la idea de Economía Circular. A pesar de que en esta época empiezan a surgir las escuelas de pensamiento relacionadas con el tema, en la década de 1990 es cuando empiezan a tener protagonismo como paradigma internacional. Se destacan escuelas como ‘la economía del rendimiento’ de Walter Stahel, ‘cradle to cradle’ de William McDonough y Michael Braungart, ‘la Biomímesis articulada’ de Janine Benyus, ‘la ecología industrial’ de Reid Lifset y Thomas Graedel, ‘el capitalismo natural’ de Amor y Hunter Lovins y Paul Hawken, y ‘el enfoque de sistemas de economía azul’ de Gunter Pauli.

También han surgido una serie de fundaciones que defienden la implantación de este tipo de sistemas y realizan numerosos estudios para conseguir dicho objetivo. Una de ellas es la Fundación Ellen MacArthur.

La Fundación Elle MacArthur define a la Economía Circular (página 5) como:

Aquella que es restaurativa y regenerativa a propósito, y que trata de que los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor máximos en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos. Se concibe como un ciclo de desarrollo positivo continuo que preserva y mejora el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar reservas finitas y flujos renovables. Funciona de forma eficaz en todas las escalas. Este modelo económico trata en definitiva de desvincular el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos.

En definitiva, se trata de una solución a la gran pregunta, ¿qué haremos el día que se terminen los recursos?

De alguna manera, lo que se propone con este cambio es establecer una relación entre economía, ciencia, tecnología y naturaleza. Este último componente ha sido el gran olvidado en la historia industrial mundial, ya que no ha sido hasta esta última revolución industrial cuando se decidió introducir en la ecuación productiva.

1.1. PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.

Esta teoría actúa a partir de tres principios (Ellen MacArthur página 7):

- **Principio 1. Preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables.**

En esta idea se asienta el modelo circular, y basándose en la desmaterialización de la utilidad. “*Cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona de forma sensata y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o de mayor rendimiento.*”

De esta manera, se está respetando al entorno natural de la economía, provocando una sostenibilidad y una posible regeneración de muchas materias primas.

- **Principio 2. Optimizar los rendimientos de los recursos distribuyendo productos, componentes y materiales con su utilidad máxima en todo momento tanto en ciclos técnicos como biológicos.**

En este principio se explica el funcionamiento de la estructura del modelo: “*refabricar, reacondicionar y reciclar.*”

Se está buscando una continua recuperación y reutilización de los componentes que forman los distintos productos que son consumidos en la economía; se elimina la idea de “residuo”, ya que se aprovecha al máximo las cualidades de los bienes.

Está relacionado con la teoría ‘Cradle to Cradle’, y que se basa en la distinción de dos ciclos:

En primer lugar, entran los ciclos biológicos. La biosfera se encargaría de consumir aquellos bienes que no pueden reutilizarse debido a la intensificación del uso de sus componentes. Para ello, se deben utilizar productos, los cuales, en esta última fase de su uso, estén formados por materiales biodegradables.

Después se analizan los ciclos técnicos. Dichos componentes son utilizados en varios procesos productivos, evitando así pérdidas de recursos y aumentando el valor y la utilidad de los bienes.

“Al igual que en todo sistema lineal, buscar un mayor rendimiento a todos estos niveles resulta útil y requiere continuas mejoras del sistema. Sin embargo, a diferencia de un sistema lineal, un sistema circular no pone en peligro la eficacia.”

- **Principio 3. Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos.**

Entran en juego los comportamientos sociales y los estilos de vida. El ser humano debe corregir ciertas actividades, reduciendo las posibles externalidades negativas: contaminación del agua, del aire o usos extensivos del suelo.

1.2. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES.

Una vez analizados los principios por los cuales actúa la Economía Circular, hay que centrarse en las características fundamentales que definen este concepto (Ellen MacArthur página 8):

- ***“Los residuos se eliminan del diseño”.*** Se busca eliminar los residuos intencionadamente, sea mediante la descomposición natural de materiales biodegradables (ciclos biológicos) o mediante la recuperación y transformación de materiales artificiales, materiales que ya han sido transformados y pueden ser utilizados debido a las materias primas por las que se forman (ciclos técnicos).

- ***“La diversidad genera solidez”***. La diversidad es sinónimo de versatilidad, por lo tanto, esta condición es necesaria para la supervivencia de los cambios medioambientales.

Si existe versatilidad hay cierta maniobra de actuación ante cambios bruscos. *“Las empresas grandes aportan volumen y eficiencia, mientras que las pequeñas ofrecen modelos alternativos cuando hay crisis.”*

- ***“Las fuentes de energía renovables impulsan la economía”***. Se está buscando una menor dependencia de las fuentes de energías fósiles para evitar crisis de sostenibilidad.
- ***“Pensar en «sistemas»”***. *“En una economía circular, el pensamiento de sistemas se aplica de una forma generalizada.”* La existencia de vínculos entre los seres humanos, las empresas y el medioambiente se manifiesta mediante la formalización de un gran sistema complejo.
- ***“Los precios u otros mecanismos de retroalimentación deben reflejar los costes reales”***. Los precios reflejan todos los costes de producción, incluyendo los costes de las posibles externalidades negativas, para que los individuos estén debidamente informados.

CAPÍTULO 2. LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.

Muchas personalidades públicas han mostrado cierta preocupación ante el cambio climático y sus efectos en la sociedad; muchos de ellos se han animado a la creación de redes institucionales y fundaciones privadas.

Este tipo de organizaciones ofrece colaboración con empresas, gobiernos y organizaciones, y se encargan de realizar estudios estadísticos, sociológicos y científicos relacionados con la economía circular, el calentamiento global y la sostenibilidad.

A nivel internacional destaca el papel de la Fundación Ellen MacArthur, mientras que en España La Fundación para la Economía Circular desempeña ese rol y se expande a todo el territorio peninsular (Portugal y España).

2.1. LA FUNDACIÓN ELLEN MACARTHUR.

Esta institución fue fundada en 2010 para la aceleración del proceso de transición entre la economía lineal y la economía circular.

Su fundador es Dame Ellen Patricia MacArthur, deportista británica nacida el 9 de julio de 1976. Ellen fue destacada por su destreza en la navegación; ha participado en numerosas regatas y el 7 de febrero de 2005 batió el récord mundial del viaje más rápido en solitario.

En uno de sus viajes en solitario, tuvo un descubrimiento que cambió por completo su manera de ver la vida, despertó su interés por un cambio en los estilos de vida y la economía, y motivó la creación de esta fundación:

Ninguna experiencia en mi vida podría haberme dado una mejor comprensión de la definición de la palabra "finito". Lo que allá tenemos es todo lo que tenemos. No hay nada más. Y nunca en mi vida había yo aplicado esa definición de finito que yo sentía a bordo a cualquier cosa aparte de la navegación hasta que me bajé del barco en la línea de llegada con el récord batido. De repente, até cabos. La economía mundial no es diferente. Es totalmente dependiente de materiales finitos que solo tenemos una vez en la historia de la humanidad.¹

De alguna manera, la condición de “finitud”, que ha tenido el funcionamiento de la economía desde el desarrollo del capitalismo, ha marcado el modo de vida de las personas, rechazando cualquier posible hecho más allá de nuestras utilidades personales, es decir, rechazando la posible existencia de una utilidad de los ecosistemas.

La sede de la fundación se encuentra en la Isla de Wight, en Reino Unido, pero tiene un enfoque internacional y actúa en América Latina, América del Norte, Asia y Europa. Pero ¿por qué estas regiones?

Asia es uno de los continentes que más población mundial recoge (en torno al 60%) y se trata de uno de los principales centros de producción manufacturera mundial. Estas características provocan que algunos de sus países, como China o India, sean los principales países contaminantes, según la Fundación ACNUR (2017).

¹ Dame Ellen MacArthur·TED2015: *La cosa sorprendente que descubrí navegando en solitario alrededor del mundo.*

Europa se trata de una de las regiones que más se está involucrando en el tema de la Economía Circular; el problema de la finitud de los recursos, recae sobre la productividad y la pérdida del valor de estos países, por lo que se está buscando traspasar estas barreras.

América Latina es la principal productora de materias primas gracias a los recursos y reservas naturales con los que cuenta, por lo que es de obligado cumplimiento que entre en la ecuación de regiones involucradas.

En el caso de Norteamérica, cabe destacar la cantidad de empresas tecnológicas que hay en Canadá y Estados Unidos, así como su papel en las innovaciones mundiales.

En relación con la oferta de la fundación, se destacan dos tipos de actividades:

- Actividades de aprendizaje centradas en tres ámbitos:
 - Educación. La existencia de redes con universidades de todo el mundo y el portal de publicaciones de economía circular proporciona un activo de valor elevado a la fundación. En Europa se destaca el papel de The London School of Economics and Political Science, la Universidad de Pavia y la Universidad de Bristol.
 - Negocios. Algunos de sus socios corporativos realizan iniciativas relacionadas con el objeto de la fundación, como sería el caso de Google, Danone o Nestlé.
 - Aprendizaje informal. Todos aquellos individuos que desean adquirir información sobre temas significativos pueden acudir a la Guía de Diseño Circular o al Festival de Innovación Disruptiva.
- Iniciativas sistemáticas. Surgen a partir de Project Mainstream, una iniciativa del Foro Económico Mundial y de la Fundación Ellen MacArthur; se basan en aplicar los principios de la economía circular a la gestión de *inputs* destacados, como los alimentos o el plástico, con el fin de moverse hacia una economía funcional en el largo plazo.

2.2. LA FUNDACIÓN PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR.

La Fundación para la Economía Circular se trata de una fundación de carácter privado y de ámbito ibérico, cuya misión es liderar la gestión de la transición hacia una economía circular y sostenible, aprovechando los conocimientos técnicos y científicos adquiridos, y las relaciones existentes entre científicos, políticos y empresarios.

Su origen proviene de los cambios de la política europea de los años 80, donde se comenzó a dar prioridad a la gestión de residuos y al aprovechamiento de recursos; un grupo de expertos de distintos ámbitos científicos y laborales se unen y crean el Club Español de los Residuos en 1993, con el fin de trasladar esa preocupación europea a la sociedad, desarrollando innovaciones e intentando promover un mensaje claro y conciso para los ciudadanos.

Con la llegada del siglo XXI, el debate sobre la sostenibilidad se hace más sonoro y el Club Español de los Residuos vive una transformación hacia la creación del Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos.

Tras el paso de los años y de las investigaciones llevadas a estos órganos europeos presentan una solución viable para la sostenibilidad, la Economía Circular. El carácter europeísta del Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos, provoca la actualización de dicha fundación, provocando la creación de la Fundación para la Economía Circular.

Cabe destacar la mejora de las relaciones de España con Europa, ya que son la causa principal de esta institución; las relaciones políticas internacionales y el diálogo permiten el intercambio beneficioso de conocimientos.

En relación con lo anterior, la generación de redes de conocimiento y espacios para el trabajo son su principal herramienta para conseguir sus objetivos, lo que provoca que se emerja como un punto de encuentro común entre distintos intereses.

Según sus fundadores, sus valores se basan en *“el rigor científico, la tolerancia, la interlocución, la reflexión, el respeto al entorno, el trabajo en equipo, el pluralismo y la independencia”*. Estos valores han provocado el respaldo de la comunidad científica nacional e internacional, condición más que importante para el rigor de sus acciones y sus colaboraciones con entes públicos y privados.

Por otra parte, cabe destacar las herramientas de las que hacen uso:

- Ámbitos de trabajo. Se centra en la Península Ibérica, pero también participa en actividades europeas.
- Interlocución plural. El rigor científico que le acompaña y su independencia provoca la creación de una plataforma transparente para personas que no pertenezcan a ninguna organización y deseen exponer sus ideas.

- Medios de comunicación. La transmisión de un mensaje comprensible es la mayor motivación para las buenas relaciones entre esta institución y los medios. Tiene también sus propios canales de comunicación de largo alcance.
- Referencias internacionales. Las buenas relaciones con entes europeos públicos y privados, permiten el uso de herramientas a través de acuerdos multilaterales.
- Relaciones con la sociedad y las empresas. La industria y las asociaciones populares (sindicatos, Colegios de Profesionales...) se han servido de esta institución para la recopilación de datos, así como de soluciones particulares del problema ambiental.

CAPÍTULO 3. ESCUELAS DE PENSAMIENTO.

La emergencia climática y la insostenibilidad del sistema han motivado el desarrollo de escuelas de pensamiento que avalan la transformación económica e industrial hacia un sistema circular. De hecho, como se verá en el siguiente epígrafe, algunos gobiernos están intentando implantar medidas que siguen la corriente de estos grupos.

3.1. PERFORMANCE ECONOMY: ECONOMÍA DEL RENDIMIENTO.

Esta teoría fue descrita por el arquitecto y economista Walter Stahel y Genevieve Reday en 1976, cuando redactó y entregó una investigación para la Comisión Europea, *The Potential for Substituting Manpower*.

En dicho documento se proponía una economía que funcionaba mediante bucles y se numeraban los impactos que podía tener en variables como el empleo, la competitividad y el ahorro de recursos.

La economía del rendimiento persigue tres objetivos:

- La extensión de la vida del producto.
- Las actividades de reacondicionamiento.
- La prevención de residuos.

Stahel da mucha importancia a la “venta de productos como servicios”, más conocida como *economía de servicios funcional*. Las razones de cambio que propone son las siguientes:

- *“En los últimos cien años, los precios de los recursos materiales energéticos ha disminuido, pero se espera que en el siglo XXI comiencen a subir”*. Este hecho produciría tensiones políticas, sociales y económicas, debido a la ausencia de seguridad en la adquisición de recursos indispensables.

La “venta de bienes como servicios” permitiría a los individuos conservar la propiedad de los bienes y los recursos, incrementando la seguridad de la existencia de recursos.

- *“Los impuestos sostenibles se basan en no gravar aquello que se desea”*. Stahel propone la ausencia de impuestos en la producción de recursos renovables, incluyendo la mano de obra de estos.

La ausencia de impuestos en la mano de obra de estas industrias produciría círculos virtuosos de crecimiento en la industria, provocando la atracción de inversiones, y, por tanto, aumentos del empleo, principal problema social de muchos países, en especial de España.

*Tres cuartos de energía de la producción manufacturera son usados en la producción de materiales vírgenes, sólo un cuarto en la manufacturación de bienes; tres cuartos de la mano de obra son usadas para la manufacturación, mientras que sólo un cuarto en la producción de materias vírgenes.*²

3.2. REGENERATIVE DESIGN: DISEÑO REGENERATIVO.

Esta escuela de pensamiento fue impulsada por el profesor estadounidense de arquitectura John T. Lyle, el cual defiende que *“las ideas del diseño regenerativo podían aplicarse a todos los sistemas, es decir, más allá de la agricultura, para la cual se había formulado anteriormente el concepto de regeneración.”*

La base principal de este pensamiento pasa por la idea de futuro sostenible; se busca desarrollar sistemas de apoyo comunitarios, que tengan la condición de renovación, es decir, de regeneración.

² <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>

Este tipo de proyectos se encuentran muy relacionados con la sostenibilidad ambiental, económica y social, así como en la recuperación de actividades perdidas en el diseño actual de nuestro modus operandi. Lyle se refiere a ellos como “*la regeneración de servicios*”:

- Autoproducción de alimentos y energía.
- Regulación del aire, el agua y el suelo (bienes necesarios para la supervivencia)
- Regulación y control de actividades recreativas que pueden generar externalidades negativas. El turismo y su excesivo flujo de personas podría ser un ejemplo.

Todas estas ideas se plasmaron en un proyecto común, el Lyle Center for Regenerative Studies³, donde se ofrecen cursos sobre este tema y se desarrollan nuevos sistemas de organización. Esta institución recibió sus primeros residentes en 1994 y está formada por distintos profesores del ámbito de la Agricultura, el Diseño Ambiental, la Ingeniería y las Ciencias.

3.3. CRADLE TO CRADLE: DE LA CUNA A LA CUNA.

Se trata de una escuela de pensamiento impulsada por el químico alemán Michael Braungart y el arquitecto estadounidense Bill McDonough, que clasifica las materias primas usadas en los procesos industriales como nutrientes de dos tipos:

- Nutrientes biológicos. Sirven de alimento a la naturaleza después de su uso.
- Nutrientes técnicos. Circulan dentro de un sistema industrial cerrado: producción, recuperación y remanufacturación.

La filosofía principal que persigue este pensamiento es la reutilización de materiales en procesos posteriores, eliminando, en cierto modo, el concepto de “residuo”, y la creación de comunidades que generes efectos positivos en la salud humana y ambiental.

³ <http://env.cpp.edu/rs/history-lyle-center>

Se asemeja al funcionamiento de los ecosistemas naturales, donde los desechos de algunos organismos sirven de alimentos para otro, es decir, se produce un círculo fluido entre diferentes especies. Este proceso se conoce como “*metabolismo biológico*”: los seres humanos imitarían dicho círculo a partir de la recuperación y reutilización de nuevos diseños de materiales sintéticos muy elaborados (nutrientes técnicos), en un proceso conocido como “metabolismo técnico”.

Cabe destacar el papel que juegan las energías renovables, como la energía solar o la eólica en dicho modelo, donde se pretende maximizar el uso de las mismas y evitar cualquier residuo, estableciendo una conexión entre las actividades económicas y productivas con la madre naturaleza.

3.4. ECOLOGÍA INDUSTRIAL.

Este modelo fue creado en 1989 por Robert Frosch y Nicholas Gallopoulos, y se basa en la concepción de la industria como un organismo que se relaciona con otros a partir de relaciones sostenibles de energía y de producción de bienes y servicios, estableciendo una red con distintos órganos de un ecosistema industrial. Este tipo de redes son semejantes a las existentes en los ciclos naturales, donde los organismos son dependientes entre sí y con la naturaleza.

La ecología industrial adopta un punto de vista sistémico, diseñando los procesos de producción atendiendo a las restricciones ecológicas, mientras mira su impacto global desde el principio y trata de darles forma para que se puedan realizar lo más cerca posible de los sistemas vivos. A este marco de trabajo se le denomina a veces «ciencia de la sostenibilidad», por su carácter interdisciplinario y porque sus principios pueden aplicarse también en el sector de los servicios. Con un énfasis en la restauración del capital natural, la ecología industrial también se centra en el bienestar social.⁴

3.5. BIOMICRY: BIOMÍMESIS, INNOVACIÓN DE LA CIENCIA INSPIRADA EN LA NATURALEZA.

La bióloga estadounidense Janine Benyuns defiende la idea de solucionar los problemas humanos, en este caso medioambientales, mediante imitaciones de los procesos y de los diseños de la naturaleza.

⁴ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/escuelas-de-pensamiento>

Este pensamiento queda plasmado en su obra, Biomímesis, donde pretende que el ser humano abandone su condición divergente de dañar el medioambiente, creada artificialmente durante años, y atienda a las señales y lecciones del ecosistema.

Los ejemplos que propone la autora van desde unas fibras que imitan a las telarañas, que son cinco veces más fuertes que el acero y muy elásticas, hasta células solares capaces de convertir luz en energía, fijándose en las hojas de los árboles.

La Biomímesis se basa en tres principios:

- “*El modelo a seguir es la naturaleza*”. Hay que estudiar el funcionamiento de esta, comprenderlo y adaptarlo a la sociedad para resolver problemas.
- “*Ponderaciones naturales*”. Usar indicadores ecológicos para medir la sostenibilidad de nuestras acciones.
- “*La naturaleza es nuestra maestra*”. Se le da un papel de mentora, donde debemos observarla para aprender de ella, en vez de para extraer de ella.

3.6. LA ECONOMÍA AZUL.

Gunter Pauli, empresario belga, define esta teoría en el libro *The Blue Economy: 10 years, 100 innovations and 100 million jobs*, donde se exponen una serie de casos prácticos y perspectivas para lograr “una economía competitiva, eficiente en el uso de recursos y con bajas emisiones de carbono en el siglo XXI”.

La Economía Azul se encuentra estrechamente relacionada con la Biomímesis, ya que ambas se muestran partidarias de la observación de la naturaleza y la imitación de sus acciones como solución a la crisis de la limitación de recursos y la sostenibilidad; con la ayuda de la química, la biología y la física se pueden solventar esos problemas, siempre y cuando las políticas de apoyo a la investigación y el desarrollo.

Pauli también habla de la importancia de “*los mecanismos del mercado*” para la eficacia de estas acciones, como sería el caso de las estrategias promocionales.

El entorno local se convierte en una variable muy importante, puesto que sus características físicas y ecológicas determinan su principal fuente de energía; España, como ejemplo, es uno de los países con más horas de sol en Europa y debería potenciar energía fotovoltaica, aprovechando esa condición.

Uno de los casos más destacados que aparecen en el manifiesto es el de un dispositivo móvil que funciona sin baterías, diseñado por Peter Spies y sus compañeros en el Instituto Fraunhofer de Alemania.

Esta innovación opera mediante la energía que se produce de la diferencia del calor corporal humano y del dispositivo; las ondas sonoras de la voz se convierten en corriente eléctrica mediante un dispositivo que alimenta al teléfono. *“Cuanto mayor tiempo se habla, mayor es la duración de la llamada”*.

3.7. EL CAPITALISMO NATURAL.

El Capitalismo Natural es una combinación de intereses empresariales y ambientales, donde entran en juego los activos naturales, como el agua, el aire y los seres vivos. Este modelo fue propuesto por Paul Hawken, Amory Lovins y L. Hunter Lovins y se entiende como una crítica al capitalismo tradicional, donde se le da un elevado valor al dinero y a los bienes de capital.

Principios base del capitalismo natural:

- *“Incrementar radicalmente la productividad de los recursos naturales”*. Los cambios en el diseño y en la producción y la tecnología provocarían un aumento de la duración de los recursos naturales, lo que a su vez se traduce en mayor ahorro de costes y tiempo.
- *“Cambiar a modelos y materiales de producción inspirados biológicamente”*. Se pretende eliminar la existencia de los residuos, mediante la construcción de sistemas de producción de ciclo cerrado, donde la naturaleza absorbe los productos sobrantes como “nutrientes” o dichos *outputs* se reutilizan en el ciclo.
- *“Avanzar hacia un modelo de negocio basado en servicio y flujo>>”*. Este nuevo modelo de negocio percibe el valor de los bienes como *“la continua satisfacción de calidad, utilidad y funcionalidad”*.
- *“Reinvertir en el capital natural”*. Existe una relación directa entre el ser humano y la naturaleza: cuanto más necesidades humanas haya, mayor debe ser la necesidad de restaurar el ecosistema.

CAPÍTULO 4. ECONOMÍA CIRCULAR EN EUROPA Y ESPAÑA.

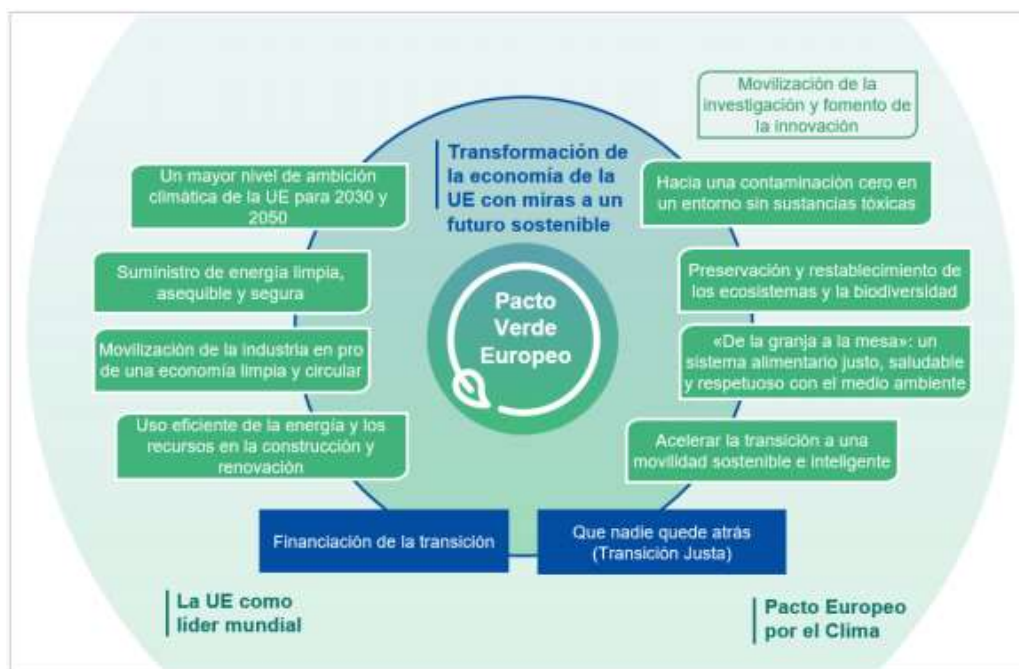
4.1. LA ECONOMÍA CIRCULAR Y LA UNIÓN EUROPEA.

La Unión Europea plantea diferentes maneras de abordar las consecuencias del cambio climático y la insuficiencia de recursos energéticos del continente. A partir de la propuesta de la Comisión Europea (CE) se están implantando medidas que buscan solucionar estos problemas.

En el año 2019 la CE presentó ante todos los organismos europeos el llamado *Pacto Verde Europeo*, que será el desencadenante del *Pacto Europeo por el Clima* y el *Nuevo Plan de Acción para la economía circular*.

El Pacto Verde Europeo pretende transformar la economía en base a unas medidas que se regirían por unos principios que aparecen la siguiente figura:

Figura 4.1.1: Elementos del *Pacto Verde*



Fuente: *El Pacto Verde Europeo*.

En relación con la economía circular, el *Nuevo Plan de Acción* propone unas iniciativas legislativas con la idea de establecer los principios de la sostenibilidad en distintas áreas del modelo productivo europeo. Entre ellas se destacan las siguientes acciones:

El diseño de productos sostenibles pasa por la *“mejora de la durabilidad, reutilizabilidad, actualizabilidad y reparabilidad de los productos”* (Nuevo Plan de acción para la economía circular-página 5). De esta manera, se limita la obsolescencia programada y la huella de carbono.

Los consumidores ganan poder gracias al aumento de información del etiquetado sostenible y a las distintas herramientas que proporcionan las tecnologías de la información; los puntos de venta deben proporcionar información veraz sobre el ciclo de vida de los productos y sobre su supuesta reparación o alternativas.

En relación con los procesos de producción, se promueve *“el uso de tecnologías digitales de localización, rastreo y mapeo de los recursos”*, así como se motiva la unión de economía y biología: *Plan de Acción para la Bioeconomía*.

A partir de estas iniciativas, se busca paliar los efectos devastadores de las actuales cadenas de valor, estableciendo una relación entre la CE y los representantes de dichas cadenas de valor. Se pueden encontrar ejemplos devastadores de estas cadenas de valor en diversos mercados:

- **La electrónica y las TICs.** *“Se calcula que en la UE se recicla menos del 40% de los recursos electrónicos”.*
- **Envases y embalajes.** *“En 2017, los residuos de envases en Europa alcanzaron la cifra sin precedentes de 173 kg por habitante”.*
- **Productos textiles.** *“Se estima que menos del 1% de los productos textiles del mundo se recicla en productos textiles nuevos; los productos textiles ocupan el cuarto lugar en intensidad de utilización de materias primas y agua”.*
- **Construcción y edificación.** *“El sector de la construcción es responsable de más del 35% del total de los residuos generados en la UE”.*
- **Alimentación, agua y nutriciones.** *“Se estima que en la UE se pierde o desperdicia el 20% del total de los alimentos producidos”.*

La siguiente tabla indica algunas sugerencias que propone la CE ante estos problemas:

Tabla 4.1.1: Medidas y propuestas preventivas de la CE para la economía circular

MEDIDAS Y PROPUESTAS PREVENTIVAS	
ELECTRÓNICA Y TICS	<ul style="list-style-type: none"> • Regulaciones que garanticen que el diseño de dispositivos se hace de acuerdo a unos principios de eficiencia energética y durabilidad. • Establecer el “derecho a la reparación”.
ENVASES Y EMBALAJES	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de nuevos envases reciclables y reutilizables. • Introducir un etiquetado para la correcta separación de residuos de envases. • Desarrollo y uso de los bioplásticos.
PRODUCTOS TEXTILES	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación, reutilización y reciclado de productos textiles. • Facilitar el acceso a la reutilización y servicios de reparación.

Fuente: elaboración propia y *Nuevo Plan de acción para la economía circular. Por una Europa más limpia y más competitiva*. Comisión Europea. Bruselas, Bruselas, 11.3.2020.

Una iniciativa que está teniendo éxito es “*De la granja a la mesa*”, donde los productos son frescos (no pasan por ningún proceso químico) y se envasan utilizando la mínima cantidad de plástico en el embalaje. Por tanto, se le está dando a los individuos la oportunidad de disfrutar de productos frescos y de origen nacional.

Cabe destacar que el mercado del sector primario está incrementando su papel en la vida europea, sobre todo hoy en día debido a la crisis de la COVID-19 y a su relación directa con el medioambiente. Así lo propone Frans Timmermans, vicepresidente ejecutivo de la Comisión Europea:

La crisis del coronavirus ha revelado nuestra vulnerabilidad y la importancia de restablecer el equilibrio entre la actividad humana y la naturaleza. La Estrategia sobre Biodiversidad y la Estrategia «De la Granja a la Mesa», elementos centrales del Pacto Verde, apuntan hacia un equilibrio nuevo y mejorado entre la naturaleza, los sistemas alimentarios y la biodiversidad para proteger la salud y el bienestar de nuestros ciudadanos y, al mismo tiempo, incrementar la competitividad y la resiliencia de la UE.

4.2. ECONOMÍA CIRCULAR DE LA “MARCA ESPAÑA”.

En el caso de España son varios los organismos que se encargan del estudio del tema y de las políticas a proponer, pero se destaca la función del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, así como del Ministerio de Ciencia e Innovación.

España es una de las principales economías europeas y su compromiso con la economía circular es clave para el desarrollo de una política comunitaria eficaz.

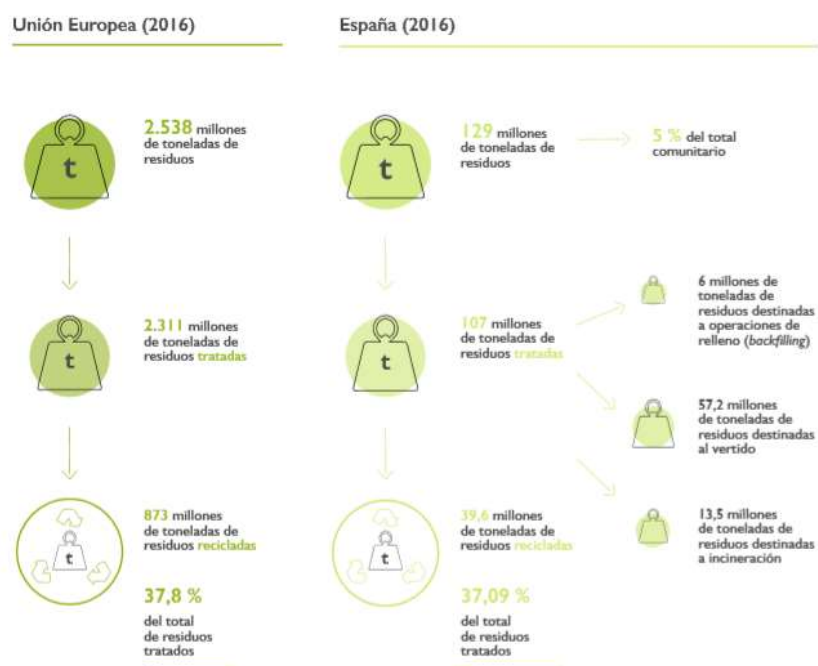
La economía española representó en 2018, con 1,2 billones de euros aproximadamente, el 7,6 % de la economía de la Unión Europea (UE28), lo que la convierte en la quinta mayor economía de la UE considerando Reino Unido, y la cuarta de la zona euro. Respecto a la población, España, con más de 46,6 millones, representa el 9,1 % de la población UE28 (Eurostat).

La respuesta del país al problema de la sostenibilidad economía ha sido el denominado plan *España Circular 2030*, que contiene una serie de planes de acción trienales para minimizar los residuos y aprovecharlos en la mayor medida posible, cuyos objetivos para el año 2030 son:

- *Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO2 equivalente*
- *Reducir la generación de residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50 % de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20 % en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020.*
- *Reducir en un 30 % el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia 2010.*
- *Reducir la generación de residuos un 15 % respecto de lo generado en 2010*
- *Mejorar un 10 % la eficiencia en el uso del agua*
- *Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización hasta llegar al 10 % de los residuos municipales generados*

España y la Unión Europea no tienen grandes diferencias en relación con la generación de residuos y la gestión de estos. Este hecho sustenta la insostenibilidad del sistema lineal de producción.

Figura 4.2.1: Generación y gestión de residuos en la Unión Europea y en España.



Fuente: *España Circular 2020*. Eurostat. Serie de datos sobre *Treatment of waste by waster category, hazardousness and waste management operations*.

Ante esta situación, el gobierno español ha decidido movilizarse y ha realizado unas series de propuestas para la lucha contra el cambio climático a partir de la implantación de la economía circular paulatinamente.

La siguiente tabla recoger algunas de esas alternativas, ordenadas mediante su ámbito de aplicación:

Tabla 4.2.1: Políticas para el cambio.

POLÍTICAS PÚBLICAS POTENCIALES	
POLÍTICA ECONÓMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Contratación pública ecológica: criterios ambientales en procesos de organismos públicos. • Presupuestos Generales del Estado “verdes”.
FISCALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la presión fiscal al medio ambiente hasta alcanzar la media europea (2’44%). • Destinar la recaudación a políticas sostenibles.
EMPLEO Y FORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de los sistemas de formación profesional para adaptar las capacidades y habilidades a la nueva realidad. • Políticas activas del mercado de trabajo. • Adaptación en las empresas de normas de seguridad e higiene.
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (2017/2020). • Instrumentos financieros: préstamos, subvenciones y capital riesgo.
CONSUMO	<ul style="list-style-type: none"> • El etiquetado: uso eficiente de los recursos y promoción de materias primas secundarias. • Educación y sensibilización para un consumo responsable e informado.
POLÍTICA INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción de términos ambientales en las agendas sectoriales. • Ecodiseño para mantener el valor de los productos con el paso del tiempo. • Regulación del acceso al mercado a partir de criterios mínimos de sostenibilidad ambiental.

Fuente: elaboración propia y *España Circular 2030*.

CAPÍTULO 5. DE LA REALIDAD DEL DESASTRE AMBIENTAL A LOS MODELOS MACROECONÓMICOS: “MACROECONOMÍA VERDE”.

Los modelos macroeconómicos no son otra cosa que una representación simplificada de la realidad y de un posible problema existente. En este caso, se aborda el problema principal que sugiere esta investigación: la insostenibilidad del modelo económico lineal.

Con las pautas que sugiere la economía circular, se busca explicar cómo las innovaciones y el cambio técnico pueden hacer posible el crecimiento sostenible en el tiempo, teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la necesidad de conservar el medio ambiente.

5.1. LA REPRESENTACIÓN DEL EFECTO NEGATIVO DEL CRECIMIENTO EN LOS ECOSISTEMAS.

El contexto es el siguiente:

En una economía basada en el modelo de Aghion y Howitt (2008), conviven dos tipos de actividades, una limpia y otra contaminante, donde la segunda provoca que el stock de capital medioambiental se agote. Este stock medioambiental es autoregenerativo y se regenera a una tasa exógena “ β ”.

Los inputs limpios y contaminantes pueden ser perfectamente sustitutivos, es decir, se puede intervenir en la economía perfectamente para fomentar el uso de inputs limpios, con el fin de mitigar el desastre medioambiental. Pero, ¿cómo puede perjudicar el crecimiento al medio ambiente?

Suponiendo que el tiempo t es discreto, el output de cada periodo respondería a la siguiente estructura:

$$Y_t = \begin{cases} Y_{ct} + Y_{dt} & \text{si } S_t < 0 \\ 0 & \text{si } S_t = 0 \end{cases}$$

Y_{ct} se trata del output producido por un proceso limpio y Y_{dt} es el output producido por un proceso contaminantes. El medio ambiente aparece en la ecuación mediante el stock de capital medioambiental (S_t), de manera que el desastre ambiental implica que la producción sea inexistente, es decir, cero.

El cambio en el capital medioambiental responde a la siguiente relación:

$$S_{t+1} - S_t = -\varphi Y_{dt} + \beta S_t$$

- “ $\varphi > 0$ ” es el impacto de la producción contaminante.
- “ $\beta > 0$ ” es la tasa a la que se consigue la regeneración del capital medioambiental.

Esta ecuación no es otra cosa que una restricción a la velocidad de la producción contaminante: el output contaminante no puede crecer más rápido que la tasa de regeneración si se quiere evitar el desastre ambiental.

La tasa de variación del capital ambiental puede representarse como:

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} = \frac{-\varphi Y_{dt}}{S_t} + \beta$$

Puede verse que, si la producción contaminante creciera a una tasa superior a la tasa β , el término negativo de la ecuación de la tasa de variación del stock de capital medioambiental crecería más que el positivo, provocando un decrecimiento permanente de S , y, por consiguiente, el desastre medioambiental.

5.2. LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SECTORES “ECO-FRIENDLY” PARA SOLVENTAR EL PROBLEMA DEL DESASTRE MEDIOAMBIENTAL.

La productividad es una variable fundamental para solventar los problemas asociados a la insostenibilidad del sistema lineal.

Si los sectores limpios fueran más productivos, la mayoría de los trabajadores escogerían trabajar en ese sector, debido a que los salarios serían más altos, provocando el abandono de los sectores contaminantes, y, por lo tanto, el deterioro ambiental dejaría de ser un problema ($S_t > 0$ siempre).

¿Por qué la economía circular se debe centrar en aumentar la productividad de los sectores limpios?

Cada periodo, las funciones de producción del output final debido a las dos técnicas son las siguientes:

$$Y_c = L_c^{1-\alpha} \int_0^1 A_{ci}^{1-\alpha} x_{ci}^\alpha di \quad Y_d = L_d^{1-\alpha} \int_0^1 A_{di}^{1-\alpha} x_{di}^\alpha di$$

- $0 < \alpha < 1$
- " L_c " y " L_d " son las cantidades de trabajado asignadas a producir los outputs en el sector limpio y contaminante, respectivamente.
- " x " son los inputs intermedios.
- " A " es un parámetros que se asocio a la productividad.

El precio de cada componente del output final es la unidad (numerario) y éste se produce en competencia perfecta, es decir, que el precio de equilibrio de cada input especializado es el valor de su productividad marginal:

$$p_{ci} = \alpha L_c^{1-\alpha} A_{ci}^{1-\alpha} x_{ci}^{\alpha-1} \quad p_{di} = \alpha L_d^{1-\alpha} A_{di}^{1-\alpha} x_{di}^{\alpha-1}$$

Los inputs especializados tienen un precio por unidad de 1 unidad monetaria y se producen por un monopolista, que elige el nivel de producción maximizando el beneficio:

$$\pi_{ci} = \max_{x_{ci}} \{p_{ci} x_{ci} - x_{ci}\} \quad \pi_{di} = \max_{x_{di}} \{p_{di} x_{di} - x_{di}\}$$

A partir de este problema de maximización de beneficio, se obtienen las siguientes cantidades de equilibrio y los beneficios de equilibrio:

$$x_{ci} = \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{ci} L_{ci} \quad x_{di} = \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{di} L_{di}$$

$$\pi_{ci} = \frac{1-\alpha}{\alpha} x_{ci} \quad \pi_{di} = \frac{1-\alpha}{\alpha} x_{di}$$

Tras obtener estos valores, se sustituyen las cantidades de equilibrio en la producción de cada tipo de industria y se obtiene la siguiente expresión:

$$Y_c = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_c L_c \quad Y_d = \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_d L_d$$

En relación con el salario (w), los productores contratarán trabajo hasta el punto en el que la productividad marginal de trabajo se iguale al salario. Por tanto, si tomamos la función de producción y la derivamos por el parámetro “ L ”, se obtiene el valor del salario en cada sector:

$$w_c = \frac{\partial Y}{\partial L_c} = (1 - \alpha) * \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} * A_c$$

$$w_d = \frac{\partial Y}{\partial L_d} = (1 - \alpha) * \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} * A_d$$

Los sectores con mayor productividad tendrían salarios más altos, provocando que los trabajadores se vieran motivados para abandonar los sectores con menos productividades y para ofertarse en mercados de trabajo de sectores más “limpios”.

Los productores no van a pagar más salario que la productividad marginal del trabajo, por lo que si se diera el caso de que “ $A_c > A_d$ ”, todo el trabajo se acabaría asignando a la producción verde y la producción contaminante será nula, lo que se traduce en “ $S_t > 0$ ”, es decir, se evitaría el desastre ambiental.

La productividad de los sectores se encuentra directamente relacionada con la inversión en I+D+i, por lo que se debe hacer un esfuerzo para incrementar estas inversiones en industrias no contaminantes.

5.3. INTERVENCIÓN PÚBLICA PARA EVITAR EL DESASTRE. POLÍTICAS DE SOSTENIBILIDAD.

El hecho de que la productividad sea el factor que determina el uso de tecnologías contaminantes o no, abre la puerta al debate de si se puede agravar el riesgo del desastre medioambiental.

La intervención del Estado en la economía puede llegar a corregir las posibles externalidades negativas, a partir de trabas a la producción contaminante o de beneficios para que las industrias limpias puedan incrementar su productividad.

En las siguientes líneas, se van a desarrollar una serie de ideas relacionadas con la Economía Circular, para reducir el uso de tecnologías contaminantes.

5.3.1. FISCALIDAD VERDE. IMPOSICIÓN A LA PRODUCCIÓN CONTAMINANTE.

Suponiendo que la productividad del sector contaminante es mayor que la del sector no contaminante, el gobierno decide gravar con un impuesto la producción de bienes que usan tecnologías poco éticas con el medioambiente, si se quiere evitar el desastre ambiental.

Los productores finales deberán pagar un impuesto “ τ ” por cada unidad de output contaminante producida, por lo que el precio neto del output tras el impuesto será la fracción “ $(1 - \tau)$ ” del precio de venta.

Esta medida no tendría ningún cambio a corto plazo en los sectores limpios, es decir, el análisis sería el mismo que el que se ha desarrollado en el punto 5.2. Sin embargo, en el sector contaminante nos encontramos con los siguientes cambios:

El precio de cada bien intermedio tras el impuesto será el siguiente:

$$p_{di} = (1 - \tau) \alpha L_d^{1-\alpha} A_{di}^{1-\alpha} x_{di}^{\alpha-1}$$

El monopolista elegirá el nivel de producción del output maximizando el beneficio, teniendo en cuenta el nuevo precio. Obtendrá los siguientes beneficios y cantidades de equilibrio:

$$x_{di} = (1 - \tau)^{\frac{1}{1-\alpha}} \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} A_{di} L_d$$

$$\pi_{di} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} x_{di}$$

Sustituyendo las cantidades en la función de producción, obtendríamos la expresión final:

$$Y_d = (1 - \tau)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_d L_d$$

Para calcular los efectos del impuesto en el salario de los trabajadores, hay que tener en cuenta que la productividad del trabajo habrá variado con el impuesto.

$$w_{dt} = \frac{\partial Y}{\partial L_d} = (1 - \tau)^{\frac{1}{1-\alpha}} * (1 - \alpha) * \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} * A_d$$

Para conocer la cuantía que ha de tener dicho impuesto y sea viable este cambio, se tiene que tener en cuenta que el objetivo de éste es que la productividad del sector no contaminante supere a la del sector contaminante. Por tanto, la cuantía mínima de dicho impuesto sería:

$$(1 - \tau^{min})^{\frac{1}{1-\alpha}} * A_d = A_c$$

$$\tau^{min} = 1 - \left(\frac{A_c}{A_d}\right)^{1-\alpha}$$

Si se buscara aumentar el uso las tecnologías limpias, habría que aplicar un impuesto a partir del valor mínimo calculado.

5.3.2. INNOVACIÓN E INVERSIÓN EN I+D+i EN EQUILIBRIO.

En los sectores intermedios existen individuos que deciden innovar en su producto y para ello, contratan trabajadores especializados con la esperanza de que su producto se presente como una versión mejorada. A éstos se les llama “emprendedores”.

El objetivo de la inversión en I+D+i es el incremento de la productividad, que se puede representar mediante una tasa de crecimiento, tanto en sectores contaminantes como no.

$$g = \frac{A_{dt} - A_{dt-1}}{A_{dt-1}}$$

$$g = \frac{A_{ct} - A_{ct-1}}{A_{ct-1}}$$

Los productores intermedios vienen representados por un subíndice $j \in \{c, d\}$, dependiendo del sector al que pertenezcan. Los emprendedores pueden tener éxito o no; si tiene éxito en el periodo anterior, la productividad del productor monopolista será igual a γA_{jt-1} , donde:

- γ sería el tamaño de las innovaciones y es siempre superior a la unidad.
- A_{jt-1} sería el parámetro de productividad media entre todos los productores de bienes intermedios de tipo j en el periodo anterior al actual.

Si el emprendedor no tiene éxito, el parámetro de productividad dado sería simplemente A_{jt-1} .

La innovación tiene una probabilidad de éxito “ z ”, para la que el emprendedor debe dedicar εz unidades de trabajo a I+D+i. El valor de probabilidad se elige a partir del criterio de maximización del beneficio descontado esperado neto de costes de I+D+i.

$$\max_z \{z\beta\pi_{jt} - w_{t-1}\varepsilon z\}$$

- β sería el factor de descuento.
- w_{t-1} sería el salario.
- π_{jt} sería el beneficio del monopolio si se tiene éxito.

Por tanto, si se están desarrollando inversiones, la condición de primer orden se cumpliría:

$$\beta\pi_{jt} = \varepsilon w_{t-1}$$

Para ver el efecto en las distintas industrias, se van a suponer dos situaciones hipotéticas, donde se da la innovación en lugares donde sólo se producen outputs limpios u outputs contaminantes.

1. Innovaciones cuando sólo existen industrias limpias.

Si sólo se produjeran outputs de forma sostenible, el salario de estas economías sería igual a la productividad marginal del trabajo en la producción limpia:

$$w_{t-1} = (1 - \alpha)\alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}}A_{ct-1}$$

Teniendo en cuenta que se trata de un monopolio, el criterio de maximización del beneficio nos daría el siguiente beneficio si la inversión es un éxito:

$$\pi_{ct} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} \gamma A_{ct-1} L_c$$

Obtenidos los valores del beneficio y del salario, se sustituyen en la condición necesaria para decidir z , obteniendo el siguiente valor:

$$L_c = \frac{\varepsilon}{\alpha\beta\gamma}$$

Suponiendo una oferta de trabajo igual a la unidad, el trabajo se encontraría dividido entre la producción manufacturera y la investigación, por lo que el mercado de trabajo respondería a la siguiente expresión, de la cual podemos obtener el valor de la probabilidad de éxito z :

$$L_c + \varepsilon z = 1$$

$$z = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\alpha\beta\gamma}$$

2. Innovaciones cuando sólo existe un sector contaminante.

En este apartado, se tiene en cuenta que existe una tasa impositiva a la producción contaminante, la cual no tiene ninguna influencia sobre la probabilidad de éxito en las innovaciones en sectores contaminantes, es decir, la imposición fiscal no encarece las inversiones.

Siguiendo el procedimiento anterior, el salario y los beneficios obtenidos serían los siguientes:

$$w_{t-1} = (1 - \tau) * (1 - \alpha) \alpha^{\frac{2\alpha}{1-\alpha}} A_{dt-1}$$

$$\pi_{dt} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} * (1 - \tau) \alpha^{\frac{2}{1-\alpha}} \gamma A_{dt-1} L_d$$

Estos valores se deben introducir en la condición necesaria para decidir “ z ”:

$$L_d = \frac{\varepsilon}{\alpha\beta\gamma}$$

Suponiendo que el mercado de trabajo es igual a la unidad, la probabilidad de tener éxito en las economías donde sólo se producen outputs contaminantes no variaría de la probabilidad de éxito cuando se utilizan energías limpias, a pesar de la existencia del impuesto.

$$L_d + \varepsilon z = 1$$

$$z = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\alpha\beta\gamma}$$

A partir de este desarrollo, no se debe caer en la falacia de la distorsión del comportamiento de la inversión en los casos de imposición estatal porque coinciden.

5.3.3. ÚLTIMAS APRECIACIONES Y EL COSTE EN EL CRECIMIENTO DE GRAVAR A LA INDUSTRIA CONTAMINANTE.

Como se ha recalado anteriormente, existe una probabilidad de éxito y de fracaso en las innovaciones, que determinará el resultado de la productividad del sector en el presente.

Para simplificar el análisis, vamos a suponer que la productividad media del sector se rige por la siguiente expresión:

$$A_{jt} = z\gamma A_{jt-1} - (1 - z)A_{jt-1}$$

La tasa de crecimiento (g) sigue una expresión de tasa de variación media, por lo que ésta será:

$$g = z(\gamma - 1) = \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\alpha\beta\gamma}\right)(\gamma - 1)$$

La tasa impositiva no repercute en ningún momento en la probabilidad de éxito de las inversiones, pero sí que disminuye el nivel de la productividad del trabajo en los sectores contaminantes frente a la del otro sector.

Por tanto, la ausencia de esta tasa provocaría un desastre ambiental, siempre y cuando la tasa de crecimiento supere a la tasa de regeneración “ ω ”.

$$\left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\alpha\beta\gamma}\right)(\gamma - 1) > \omega$$

La naturaleza de este impuesto no es otra que la de fomentar el cambio técnico, es decir, se busca la desincentivación de la innovación contaminante y la estimulación de la limpia, sin afectar a la tasa global de innovación.

Sin embargo, existen costes relacionado con el cambio de industria, ya que el output final acabaría reducido por el factor A_d/A_c y se reduciría la trayectoria de la economía, pero no su tasa de crecimiento.

Cabe destacar, que este impuesto no tiene por qué ser permanente, ya que su condición de detonante en el crecimiento de A_c y en el estancamiento de A_d provocará que la productividad en los sectores limpios sea con el tiempo muy superior a la de los sectores contaminantes. En esta situación, la eliminación del impuesto no supondría ninguna repercusión en la economía, ya que los individuos estarían sólo interesados en la producción de bienes limpios.

Por otro lado, la existencia de esta transición hacia la Economía Circular tiene que ir acompañada de una transición en la educación y en el mercado laboral, los cuales deben establecer relaciones mutuamente beneficiosas, donde los individuos puedan formarse para los nuevos puestos de trabajo ofrecidos.

CAPÍTULO 6. FONDOS DE INVERSIÓN SOSTENIBLES. GANANCIAS A PARTIR DE INVERSIÓN EN PROYECTOS RELACIONADOS CON LA ECONOMÍA CIRCULAR.

El funcionamiento de estos productos financieros se basa en la obtención de un valor liquidativo, el cual este se calcula a partir de la división del patrimonio total por el número de participaciones en el momento.

La rentabilidad de los fondos de inversión se calcula en el momento que se realiza el reembolso, es decir, la rentabilidad es positiva o negativa dependiendo del valor liquidativo actual frente al que había cuando se hizo la adquisición de éste.

Hoy en día existen numerosos fondos de inversión que han sido combinados con las ideas de la Economía Circular. Éstos se basan en la selección de distintas empresas y sectores, los cuales tienen un papel en la transición hacia una economía sostenible.

Para este análisis, se ha escogido un fondo de inversión de la entidad financiera Ibercaja, *Ibercaja Megatrends, Fi – Clase A*.⁵

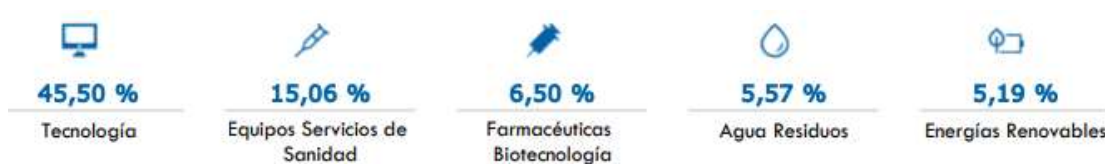
⁵ <https://fondos.ibercaja.es/ficha/ibercaja-megatrends-fi/>

6.1. CARACTERÍSTICAS DEL FONDO DE INVERSIÓN.

Los informes mensuales de Ibercaja Gestión (2021) sobre este producto financiero se refieren a él como “*un fondo de renta variable de grandes tendencias*”.

El fondo invertirá en grandes tendencias actuales como mejora de la calidad de vida, crecimiento digital y medioambiente invirtiendo en sectores clave (salud, ocio, deporte, inteligencia artificial, seguridad, nuevas tecnologías en el sector del automóvil, energías renovables, agua, nutrición...). Además, el fondo seguirá en su gestión criterios financieros y extra-financieros de inversión socialmente responsable (ISR) - llamados criterios ASG (Ambientales, Sociales y de Gobierno Corporativo).

Figura 6.1.1: Principales sectores de inversión.



Fuente: Ibercaja Gestión.

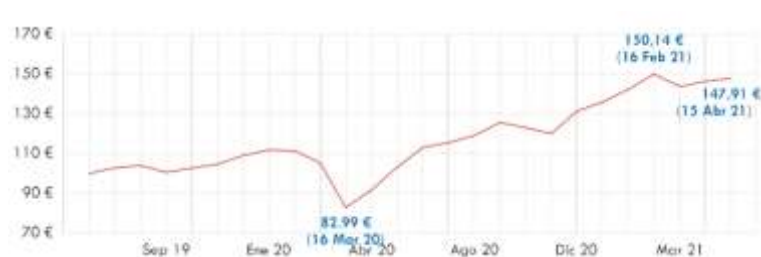
El riesgo de esta inversión pasa por distintos factores:

- Riesgo de mercado. Los tipos de interés y los tipos de cambio.
- Riesgo crediticio.
- Riesgo de inversión en países emergentes.

Cabe destacar, que se trata de un fondo de inversión de renta variable, por lo tanto, el perfil de inversión de los individuos (conservadores o arriesgados) es un factor a tener en cuenta.

6.2. CASO PRÁCTICO. ¿QUÉ OCURRIRÍA SI SE HUBIERAN INVERTIDO 100€?

Gráfico 6.2.1: Evolución desde 14/06/2019 hasta 15/04/2021



Fuente: Ibercaja Gestión.

El comportamiento de la renta variable sostenible ha sido bastante positivo hasta el día de hoy, con rentabilidades mensuales de 2'31% del mes de abril y rentabilidades anuales de 47'60% de los doce últimos meses.

Si la inversión es rentable está indicando que hay expectativas futuras de beneficio y que se trata de una actividad con futuro.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.

Durante la investigación para la realización de este trabajo, me he encontrado con conocimientos que desconocía, por lo que su estudio me ha resultado satisfactorio y representativo.

Por otra parte, la importancia de la Economía Circular no puede caer en vano, y el compromiso de todos los agentes sociales es necesario para progresar en ella. Además, la educación, en todos sus grados, se encuentra con el reto de la concienciación de las nuevas generaciones para que no se pierda este espíritu innovador en la sostenibilidad.

Esta investigación es mayoritariamente descriptiva, pero he intentado introducir una parte práctica para acercar a la realidad la necesidad de la transición hacia una Economía Circular, a partir de la presentación de un modelo macroeconómico, así como el ejemplo de un fondo de inversión. Este tipo de prácticas son muy positivas para la comprensión del problema, ya que ofrecen una visión real y se puede llegar a una viabilidad de lo que se describe.

La existencia de instituciones, tanto privadas como públicas, es un hecho muy favorable al cambio, puesto que éstos funcionan como “grupos de presión” al poder político. Cabe destacar el papel de ciertas personalidades, como el de Greta Thunberg, activista en contra del cambio climático, o Leonardo Di Caprio, actor galardonado con un Oscar.

Finalmente, me gustaría invitar a la reflexión a partir de una mirada al pasado. En numerosas ocasiones, este acto puede darnos soluciones a problemas actuales y creo que aquí puede ser útil. De alguna manera, nuestros antepasados siempre han sido ecologistas, sobre todo en las zonas rurales, ya que su modo de vida era bastante circular y se basaba en la expresión *“esto no lo tires que seguro que lo podemos usar”*; sobras para las gallinas, camisas para trapos o ropa heredada son ejemplos que pueden resultar familiares.

BIBLIOGRAFÍA.

404 - Ellen MacArthur Foundation. (s. f.). Economía Circular. Recuperado 28 de marzo de 2021, de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular>.

About Regeneration. En *John T. Lyle Center for Regenerative Studies*. Recuperado el 29 de marzo de 2021 de <http://env.cpp.edu/rs/about-regeneration>.

Aghion, P. & Howitt, P.W. (2008) *The economics of growth*. MIT press.

Balboa, C. H., & Somonte, M. D. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. *Informador técnico*, 78(1), 82-90.

Cerantola, N. (2016). Reflexiones sobre el pasado, presente y futuro de la economía circular. *Revista Ambienta*, 33

Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401, 11-20.

Comisión Europea, 2019. *El Pacto Verde Europeo*. Bruselas, obtenido de https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF

Comisión Europea, 2020. *Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva*. Bruselas, obtenido de https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_1&format=PDF

¿Cuáles son los países más contaminantes? (1 de abril de 2017). En *ACNUR – Blog Refugiados*. Recuperado el 13 de abril de 2021 de https://eacnur.org/blog/cuales-los-paises-mas-contaminantes-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/.

Ellen MacArthur Foundation (2019). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Completando-la-Imagen.pdf> [Consultado 28-03-2021]

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada*.
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf.

Economistas sin Fronteras, de la Cuesta González, M., Jiménez Herrero, L. M., Serón Galindo, D., Valor Martínez, C., Losada Besteiro, J., Muñoz-Torres, M. J., Fernández Izquierdo, M. A., Rivera Lirio, J. M., Ferrero Ferrero, I., Escrig Olmedo, E., Gisbert Navarro, J. V., Novillo Martín, E., & Pardo Herrasti, E. (2020). *La Economía Circular: una opción inteligente* (Nº 37). <https://ecosfron.org/wp-content/uploads/2020/03/Dossieres-EsF-37-La-Econom%C3%ADa-Circular.pdf>

Hacia una arquitectura sustentable para el siglo XXI (2003). La promesa del diseño de la cuna a la cuna. Por William McDonough y Michael Braungart.

Ibercaja Gestión (2021, 15 de abril). IBERCAJA MEGATRENDS, FI - Clase A. *Ibercaja Banco S.A.* obtenido de https://media3.ibercaja.net/fondos/ES0146758000_FI.pdf

La Fundación, ¿quiénes somos? (s.f.). En *Blog de Fundación para la Economía Circular*. Recuperado el 16 de abril de 2021 de <https://economiecircular.org/>.

Principios de la Economía. Azul (s.f.). En *Organización The Blue Economy*. Recuperado el 4 de abril de 2021 de <https://www.theblueeconomy.org/principles.html>

Vicepresidencia Cuarta del Gobierno, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Ciencia e Innovación, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Ministerio de Consumo, Vicepresidencia Segunda del Gobierno, & Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. (2020). ESPAÑA CIRCULAR 2030. Estrategia Española de Economía Circular. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532.PDF